

MANUFACTURE OF POLYCRYSTALLINE SEMICONDUCTOR FILM

Publication number: JP8083765 (A)

Publication date: 1996-03-26

Inventor(s): KUWABARA TAKASHI

Applicant(s): SANYO ELECTRIC CO

Classification:

- international: *H01L21/20; H01L21/02; H01L21/26; H01L21/268; H01L21/336; H01L27/12; H01L29/78; H01L29/786; H01L21/02; H01L27/12; H01L29/66; (IPC1-7): H01L21/20; H01L21/268; H01L21/336; H01L27/12; H01L29/786*

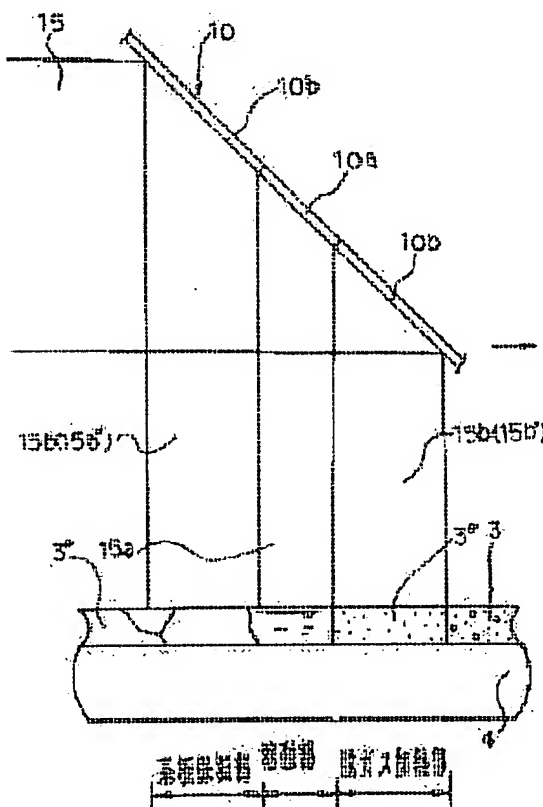
- European:

Application number: JP19940214717 19940908

Priority number(s): JP19940214717 19940908; JP19940162039 19940714; JP19940162040 19940714

Abstract of JP 8083765 (A)

PURPOSE: To improve the quality of crystals of a polycrystalline semiconductor film while the process time is shortened by simultaneously performing a degassing process which is preprocessing or a process for increasing the grain size of the crystals at the time of crystallization. **CONSTITUTION:** A first beam 15a used for melting an amorphous silicon film 3 is generated by reflecting an energy beam 15 emitted from a single light source at the high-reflectivity section 10a of a mirror 10 and the beam 15a is projected upon the film 3. Then second beams 15b for heating are generated by reflecting the beam 15 at low-reflectivity sections 10b formed on both sides of the high-reflectivity section 10a and projected upon the preceding position of the projecting position of the beam 15a in the beam scanning direction. The silicon film 3 is degassed by means of one 15b' of the second beams 15b and the grain size of crystals is increased by means of the other second beam 15b".



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-83765

(43) 公開日 平成8年(1996)3月26日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/20				
21/268	Z			
27/12	R			
29/786				
		9056-4M	H 0 1 L 29/ 78	3 1 1 Y
		審査請求 未請求 請求項の数5	OL (全 9 頁)	最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-214717

(22) 出願日 平成6年(1994)9月8日

(31) 優先権主張番号 特願平6-162039

(32) 優先日 平6(1994)7月14日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平6-162040

(32) 優先日 平6(1994)7月14日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 桑原 隆

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

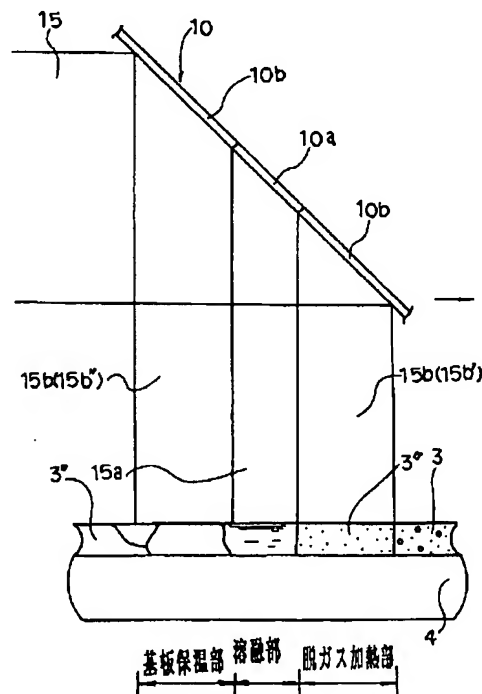
(74) 代理人 弁理士 鳥居 洋

(54) 【発明の名称】 多結晶半導体膜の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 非晶質半導体膜を熔融・結晶化して多結晶半導体膜を得る処理において、その前処理である脱ガス処理、或いは結晶化に際して結晶粒径を大きくするための処理を同時進行で行うことにより、プロセス時間を短縮しつつ結晶品質の向上を図ることを目的とする。

【構成】 単一光源から出射されるエネルギービーム15を、ミラー10の高反射率部10aにて反射させることにより、非晶質シリコン膜3を熔融するための第1ビーム15aを生成してこれを非晶質シリコン膜3に照射するとともに、高反射率部10aの両側に形成した低反射率部10bにて反射させることにより、加熱用の第2ビーム15bを生成し、前記第1ビーム15aの照射位置に対してビーム走査方向の先行位置に照射される第2ビーム15b'により脱ガスを行い、追従位置に照射される第2ビーム15b''にて結晶粒径を大きくする処理を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 非晶質半導体膜に結晶化のための第1のエネルギービームを照射するのに同時進行して当該第1のエネルギービーム照射位置に対してビーム走査方向に先行する位置に加熱用の第2のエネルギービームを照射することを特徴とする多結晶半導体膜の製造方法。

【請求項2】 非晶質半導体膜に結晶化のための第1のエネルギービームを照射するのに同時進行して当該第1のエネルギービーム照射位置に対してビーム走査方向に追従する位置に加熱用の第2のエネルギービームを照射することを特徴とする多結晶半導体膜の製造方法。

【請求項3】 非晶質半導体膜に結晶化のための第1のエネルギービームを照射するのに同時進行して当該第1のエネルギービーム照射位置に対してビーム走査方向に先行する位置および追従する位置に加熱用の第2のエネルギービームを照射することを特徴とする多結晶半導体膜の製造方法。

【請求項4】 前記第1のエネルギービームと第2のエネルギービームは単一の出射源より出射することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の多結晶半導体膜の製造方法。

【請求項5】 前記第2のエネルギービームを、第1のエネルギービームが照射される位置にも照射することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の多結晶半導体膜の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、多結晶半導体膜の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、高画質・高精細の液晶表示装置を実現すべく、その画素或いは周辺回路の駆動デバイスである薄膜トランジスタの種々の高性能化技術が開発されている。例えば、デバイス特性を左右する活性層材料の高品質化技術として、非晶質シリコン膜を出発材料とし、エキシマレーザアニール法によって薄膜多結晶シリコン膜を形成する技術が開発されている。

【0003】 ところで、CVD法等により形成された非晶質シリコン膜に対して結晶化のための前記エキシマレーザをいきなり照射したのでは、非晶質シリコン膜中に含まれている膜中ガス（水素ガス）が急激に膨張し膜から離脱するため、膜荒れや膜剥離の原因となる。その一方で、エキシマレーザのエネルギー強度を半導体膜のレーザ耐性の範囲内に低下させたのでは、結晶の大粒径化が図れない。

【0004】 従って、従来のレーザアニール法による多結晶化法では、図8（a）に示すように、まず、ヒーター2を設置した真空チャンバー1内に、非晶質シリコン膜3を形成した基板4を配置し、上記ヒーター2による熱アニールによって非晶質シリコン膜3中のガスを取り

除く。そして、かかる脱ガス処理が施された非晶質シリコン膜3'を有する基板4を真空チャンバー1内から取り出し、同図（b）に示すように、非晶質シリコン膜3'にレーザビーム7を照射しながら紙面左から右にビーム走査する。これにより、非晶質シリコン膜3'の熔融・結晶化が連続的に行われ、走査ライン上に多結晶シリコン膜3''が得られる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来の方法では、脱ガスのためのアニール工程と多結晶化のためのレーザアニール工程とが分けられて行われるために、プロセス時間が長くなるという欠点がある。更に、多結晶化のためのレーザ照射により熔融した半導体膜の固化速度を遅くした方が一般に結晶の大粒径化を図る上で好ましいが、従来は、ヒーター等によって基板を加熱しながら固化速度低下処理を行うものが一般的であった。

【0006】 本発明は、上記の事情に鑑み、非晶質半導体膜を熔融・結晶化して多結晶半導体膜を得る処理において、その前処理である脱ガス処理、或いは結晶化に際して結晶粒径を大きくするための処理を同時進行で行うことにより、プロセス時間を短縮しつつ結晶品質の向上を図ることができる多結晶半導体膜の製造方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明の多結晶半導体膜の製造方法は、非晶質半導体膜に結晶化のための第1のエネルギービームを照射するのに同時進行して当該第1のエネルギービーム照射位置に対してビーム走査方向に先行する位置に加熱用の第2のエネルギービームを照射することを特徴とする。

【0008】 本発明の多結晶半導体膜の製造方法は、非晶質半導体膜に結晶化のための第1のエネルギービームを照射するのに同時進行して当該第1のエネルギービーム照射位置に対してビーム走査方向に追従する位置に加熱用の第2のエネルギービームを照射することを特徴とする。

【0009】 本発明の多結晶半導体膜の製造方法は、非晶質半導体膜に結晶化のための第1のエネルギービームを照射するのに同時進行して当該第1のエネルギービーム照射位置に対してビーム走査方向に先行する位置および追従する位置に加熱用の第2のエネルギービームを照射することを特徴とする。

【0010】 また、前記第1のエネルギービームと第2のエネルギービームは単一の出射源より出射するようにしてもよい。

【0011】 また、前記第2のエネルギービームを、第1のエネルギービームが照射される位置にも照射するようにしてもよい。

【0012】

【作用】上記第1の構成によれば、非晶質半導体膜から加熱によりガスを取り去る脱ガス処理と、非晶質半導体膜を熔融・結晶化させる処理とが、第1のエネルギービーム照射と第2のエネルギービーム照射の同時進行によって連続的に行われるので、結晶化のプロセス時間が短縮される。勿論、脱ガス処理の後に結晶化処理を行うのであるから、膜荒れや膜剥離は防止され、多結晶半導体膜の結晶粒径の大型化が図れる。

【0013】上記第2の構成によれば、非晶質半導体膜の熔融処理と、この熔融した部分を加熱することによる結晶化速度低下処理、或いは既に結晶化している場合の二次的な結晶成長とが、第1のエネルギービーム照射と第2のエネルギービーム照射の同時進行によって連続的に行われるので、結晶化のプロセス時間を短縮しつつ多結晶半導体膜の結晶粒径の大型化を図ることができる。

【0014】上記第3の構成によれば、非晶質半導体膜からガスを取り去る脱ガス処理と、非晶質半導体膜の熔融処理と、この熔融した部分を加熱することによる結晶化速度低下処理、或いは既に結晶化している場合の二次的な結晶粒径増大処理とが、第1のエネルギービームの照射及び第2のエネルギービームの照射の同時進行によって連続的に行われるので、結晶化のプロセス時間を短縮しつつ多結晶半導体膜の結晶粒径の大型化を図ることができる。勿論、脱ガス処理の後に結晶化処理を行うのであるから、膜荒れや膜剥離は防止され、多結晶半導体膜の結晶粒径の大型化が図れる。

【0015】また、第1のエネルギービームと第2のエネルギービームを単一の射出源より射出する方法では、エネルギービームの照射装置は一つでよいのでコスト低減が図れる。

【0016】また、前記第2のエネルギービームを、第1のエネルギービームが照射される位置にも照射する方法では、第1のエネルギービーム照射位置と第2のエネルギービーム照射位置とが重複するので、特に、第1のエネルギービームとしてパルスビームを用い、第2のエネルギービームとして連続発振ビームやハロゲン光等を用いるときに、第2のエネルギービームによる加熱状態の中で第1のエネルギービームであるパルスビームによる熔融・結晶化が起こるため、結晶化速度が遅くなり、結晶粒径が大きくなる。

【0017】

【実施例】

（実施例1）以下、本発明をその実施例を示す図に基づいて説明する。なお、非晶質半導体膜等の従来で既にしたものと同一のものには同一の符号を付記している。

【0018】図1は、本発明の多結晶半導体膜の製造方法を実施するレーザー照射装置の光学系を示した模式図である。単一光源からのエネルギービーム（本実施例ではパルスレーザービームを使用）15の進行方向光路上には、入射光の一部反射と一部透過を行うハーフミラー1

0および入射光の全てを反射させる全反射ミラー11がこの順序で所定間隔をおき、それぞれビーム方向に対して略45°傾けて配置されている。

【0019】前記ハーフミラー10にて反射されたビーム（以下、第1ビームという）15aは、そのまま基板4に向けて垂直に照射される。一方、前記ハーフミラー10を透過したビーム（以下、第2ビームという）15bは、前記全反射ミラー11にて反射された後、基板4に向けて垂直に照射される。上記ハーフミラー10及び全反射ミラー11は、相互の位置関係を保持した状態でビーム走査方向に一体的に移動するように構成されている。

【0020】ビームの走査方向は、図中の矢印で示すように、紙面右方向としてあり、第2ビーム15bの照射位置は、第1ビーム15aの照射位置に対し、当該ビーム走査方向に先行する位置となる。なお、各ビーム15a、15bの照射位置は、前記ハーフミラー10と全反射ミラー11とが離間していることに対応して離れるが、両位置を近接させても構わないものである。

【0021】第1ビーム15aのエネルギー強度は、非晶質シリコン膜3を大粒径結晶化させるのに必要な強度に設定され、第2ビーム15bは脱ガスに必要な強度に設定されている。具体的には、膜厚50nmの非晶質シリコン膜3を用いる場合であれば、レーザー発振周波数を1~100Hz、ビームサイズを2×2~15×15mm（正方形）、重ねピッチを0.05~1.0mm、ビーム走査速度1~100mm/秒とし、第1ビームは例えば300~500mJ/cm²、第2ビームは例えば100~250mJ/cm²とする。

【0022】上記の如く構成された光学系により、非晶質シリコン膜3を大粒径結晶化するための第1ビーム15aの照射に同時進行して当該第1ビーム15aのビーム照射位置に対してビーム走査方向に先行する位置に脱ガスのための第2ビーム15bが照射されることになる。従って、図1に示しているように、非晶質シリコン膜3に対してビーム走査を一回行うだけで、この走査される部分の非晶質シリコン膜3において、前記第2ビーム15bが照射された領域で脱ガス処理された非晶質シリコン膜3'が得られ、この脱ガス済の非晶質シリコン膜3'において、第1ビーム15aが照射された領域で非晶質シリコン膜3'の熔融・固化が生じて多結晶シリコン膜3''が得られることになる。

【0023】このように、非晶質シリコン膜3からガスを取り去る脱ガス処理及び当該非晶質シリコン膜3を結晶化させる処理が同時進行で行われることにより、結晶化のプロセス時間が短縮されるとともに、膜荒れや膜剥離は防止され、多結晶シリコン膜3''の結晶粒径の大型化が図れる。また、本実施例のように、第1ビーム15aと第2ビーム15bを単一光源より得るため、ビーム照射装置は一つでよく、コスト低減が図れる。

【0024】なお、本発明の多結晶半導体膜の製造方法を実施するレーザ照射装置の光学系としては、上記の図1に示したものに限らず、例えば、一つのミラーを用い、このミラー面に高反射率部と低反射率部の二領域を形成しておき、高反射率部により反射されるビームを結晶化用の第1ビーム15aとし、低反射率部により反射されるビームを脱ガス用の第2ビーム15bとするようにしてもよい。或いは、脱ガス用の第2ビーム15bとなるべきビーム15の光路上に当該第2ビーム15bが脱ガスに適当なエネルギーを持つような所定透過率の透明体を配置してもよいものである。

【0025】図1に示したハーフミラーを用いる場合においては、同一出射源から第1、第2の二つのビーム15a、15bを得るため、出射源のビーム15として、上記第1、第2の二つのビーム15a、15bのエネルギーを合わせた高いエネルギーが必要になり、そのような高いエネルギービームを出射する装置が必要となるが、エネルギーの利用効率は高いといえる。一方、上記のごとくミラー面に高反射率部と低反射率部の二領域を形成する光学系等を用いる場合には、ビーム15を出射するビーム照射装置としては、大粒径結晶化に必要なエネルギービームを照射するもので足りることになるが、第2ビーム15bを得るためにエネルギーロスが生じることになる。

【0026】なお、この実施例1のように、第1ビーム15a、第2ビーム15bの両者ともエキシマレーザ等のパルスレーザとする場合においては、パルス周期は同期させてもささなくてもどちらでもよいものである。また、この実施例1では、エネルギービーム15としてパルスレーザビームを用いたが、このパルスレーザビームに代えて連続発振レーザビームやキセノン又はハロゲンランプ等のエネルギービームを用いてもよいことは勿論である。

【0027】（実施例2）本発明の他の実施例を図2に基づいて説明する。

【0028】本実施例の多結晶半導体膜の製造方法は、図2に示すように、結晶化のための第1ビーム151を照射する第1のビーム照射装置16と、脱ガスのための第2ビーム152を照射する第2のビーム照射装置17と、各々のビームを全反射させるミラー18、19とを備えた光学系を用いることにより、非晶質シリコン膜3に第1ビーム151を照射するのと同時進行して当該第1ビーム151の照射位置に対してビーム走査方向に先行する位置に第2ビーム152を照射する。

【0029】本実施例では、第1ビーム151としてエキシマレーザ等のパルスレーザを用い、第2ビーム152として連続発振レーザやキセノン又はハロゲンランプ等のエネルギービームを用いているが、第1ビーム151及び第2ビーム152の両方ともエキシマレーザ等のパルスレーザとしたり、或いは第1ビーム151及び第

2ビーム152の両方とも連続発振レーザやキセノン又はハロゲンランプ等のエネルギービームとしてもよいことは勿論である。

【0030】このように、第1ビーム151と第2ビーム152の出射源を異ならせる場合でも、実施例1と同様、非晶質シリコン膜3からガスを取り去る脱ガス処理及び当該脱ガス済の非晶質シリコン膜3'を結晶化させる処理を連続的に行うことができ、結晶化のプロセス時間を短縮化することができる。特に、第2ビーム152として連続発振レーザやキセノン又はハロゲンランプ等のエネルギービームを用いる場合、非晶質シリコン膜3だけでなく基板4も加熱される。従って、非晶質シリコン膜の結晶化時に当該基板4の熱が結晶化速度を遅くするように作用することになり、大きな粒径の結晶が得られる。

【0031】また、本実施例のように、第1ビーム151と第2ビーム152の出射源を異ならせることにより、第1ビーム151を出射するビーム照射装置16としては、大粒径結晶化に必要なエネルギービームを照射するもので足りることになる。さらに、実施例1で述べたごとく、ミラー面に高反射率部と低反射率部の二領域を形成する必要がなく、通常の全反射ミラーを用いればよいから、エネルギーの利用効率も高くなる。

【0032】また、以上の実施例における図1或いは図2の構成で、第1ビーム15aと第2ビーム15bの位置関係を逆にし、図1或いは図2とは逆の方向にビーム走査を行うようにしてもよい。更に、ビーム照射位置を固定し、基板4の方を移動ステージにより移動させてビーム走査を行うようにしてもよいものである。

【0033】（実施例3）以下、本発明の他の実施例を説明する。

【0034】本実施例の多結晶半導体膜の製造方法は、既に脱ガス処理が施された非晶質半導体膜に結晶化のための第1のエネルギービームの照射に同時進行して当該第1のエネルギービーム照射位置に対してビーム走査方向に追従する位置に加熱用の第2のエネルギービームを照射する方法である。

【0035】図3は、本発明の多結晶半導体膜の製造方法を実施するレーザ照射装置の光学系を示した模式図である。単一光源からのエネルギービーム（本実施例では、パルスレーザビーム或いは連続発振ビームを使用している）15の進行方向光路上には、入射光の一部反射と一部透過を行うハーフミラー100および入射光の全てを反射させる全反射ミラー110がこの順序で所定間隔をおき、それぞれビーム方向に対して略45°傾けて配置されている。

【0036】前記ハーフミラー100にて反射されたビーム（以下、第2ビームという）15bは、そのまま基板4に向けて垂直に照射される。前記ハーフミラー100を透過したビーム（以下、第1ビームという）15a

は、前記全反射ミラー110にて反射された後、基板4に向けて垂直に照射される。上記ハーフミラー100及び全反射ミラー110は、相互の位置関係を保持した状態でビーム走査方向に一体的に移動するように構成されている。

【0037】ビームの走査方向は、図中の矢印で示すように、紙面右方向としてあり、第2ビーム15bの照射位置は、第1ビーム15aの照射位置に対し、当該ビーム走査方向に追従する位置となる。なお、本実施例では、各ビーム15a、15bの照射位置を近接させている。

【0038】上記の如く構成された光学系により、非晶質シリコン膜3を大粒径結晶化するための第1ビーム15aの照射に同時進行して当該第1ビーム15aのビーム照射位置に対してビーム走査方向に追従する位置に加熱用の第2ビーム15bが照射されることになる。

【0039】既に脱ガス処理が施されている非晶質シリコン膜3'に対して第1ビーム15aが照射されるので、非晶質シリコン膜3'は、膜荒れや膜剥離を生ずることなく熔融される。

【0040】単一光源からのエネルギービーム15を連続発振レーザビームとした場合、第1ビーム15aの照射によって熔融した部分に連続発振レーザビームである第2ビーム15bが照射されて加熱され、結晶化速度が遅くなり、大粒径の多結晶シリコン膜3''が得られることになる。

【0041】図4は、本方法によるシリコン薄膜の結晶化速度を示すグラフである。比較のため、従来方法（第2ビーム15bがないものに相当）によるシリコン薄膜の結晶化速度も示している。このグラフにおいて、グラフ右側の傾きが大きい程、半導体薄膜の固化する時間が長くなり、結晶粒径が大きく成長することが分かっている。従って、本方法の方が従来方法に比べて大きな結晶粒径を得ることができる。

【0042】一方、単一光源からのエネルギービーム15をパルスレーザビームとした場合、第1ビーム15aが照射された位置に第2ビーム15bが照射されるときには、その部分は既に結晶化が終了しているため、第2ビーム15bによる加熱は結晶化速度を遅くするには機能しない。しかし、既結晶化部分に数多くのパルスを照射することによって二次的に結晶粒径が大きくなり得る。

【0043】この多パルス照射による結晶成長のためには、非晶質シリコン膜3'の脱ガス処理を十分に行う必要がある。非晶質シリコン膜3'の形成は、プラズマCVD法により行うことができる。プラズマCVD法による非晶質シリコン膜の形成は、例えば、基板温度を170℃、RFパワーを0.08W/cm²、圧力を0.4 Torr、SiH₄（シランガス）の流量を100%，20sccmとした条件で行う。なお、このプラズマC

VD法により形成された非晶質シリコン膜には、不純物として水素および酸素が含まれているが、チャンバー内圧力を0.4 Torrとして真空度を十分に高めておけば、非晶質シリコン膜中の酸素濃度は十分に低いものとなる。

【0044】非晶質シリコン膜中の水素の除去は、基板温度を450℃～590℃に設定して30分～8時間放置するアニール処理により行うことができる。この脱水素化処理は、従来行われていた処理よりも入念に行われる。これにより、非晶質シリコン膜中の水素濃度は十分に低くされる。

【0045】パルスレーザとしては、XeCl、ArF、KrF、XeFなどのエキシマレーザが用いられる。このときのレーザエネルギー密度は200～500mJ/cm²に設定しており、第2ビーム15bは第1ビーム15aよりも低エネルギーに設定される。照射パルス数は30～1000shotsに設定する。また、このときの基板温度は、200～500℃に設定する。

【0046】多結晶シリコン膜を形成している各々の結晶は、当初は小粒径であり配向もばらばらであるが、その粒の形状が柱状となった後において、引き続き照射されるエキシマレーザにて結晶成長を起こさせるエネルギーが次々と付与されるため、各々の結晶の粒界面において（111）面への配向が優先的に進み、（111）面に配向を有している結晶は、これと接している他の面に配向を持つ結晶を取り崩して成長し、その結果、（111）の面に配向する結晶が大粒径化する。

【0047】なお、単一光源からのレーザビーム15をパルスビームとして多パルス照射を行う場合、この多パルス照射は第2ビーム15bにおいてだけでなく当然に第1ビーム15aにおいても行われるものであり、この第1ビーム15aによっても前述した作用により結晶が成長し得る。

【0048】更に、本実施例では、単一の光源から第1ビーム15aと第2ビーム15bを得るようにしたが、別々の光源からそれぞれ同一種のビーム或いは異種のビーム（例えば、第1ビームとしてエキシマレーザ、第2ビームとして連続発振レーザ或いはハロゲンランプ等）を出射するようにしてもよい。

【0049】なお、図3において、第1ビーム15aと第2ビーム15bの位置関係を逆にするとともに、図3とは逆の方向にビーム走査を行うようにしても本実施例の方法を実現することができる。また、ビーム照射位置を固定し、基板4の方を移動ステージにより移動させてビーム走査を行うようにしてもよいものである。

【0050】（実施例4）以下、本発明をその実施例を示す図に基づいて説明する。

【0051】図5は、本実施例の多結晶半導体膜の製造方法を実施するレーザ照射装置の光学系を示した模式図

である。単一光源からのエネルギービーム（本実施例では、ではパルスレーザビームを使用）15の進行方向光路上には、ミラー10がビーム方向に対して略45°傾けて配置されている。ミラー10のミラー面には、高反射率部10aおよび低反射率部10bの二領域が形成されている。低反射率部10bは、高反射率部10aの両側に位置している。

【0052】前記の高反射率部10aにて反射されたビーム（以下、第1ビームという）15aは、非晶質シリコン膜3の結晶化に必要なエネルギー強度を有して非晶質シリコン膜3に照射される。前記低反射率部10bにて反射されたビーム（以下、第2ビームという）15bは、脱ガス及び膜保温或いは二次的結晶成長に必要なエネルギー強度を有して非晶質シリコン膜3に照射される。

【0053】ビームの走査方向は、図中の矢印で示すように、紙面右方向としてあり、第2ビーム15bの照射位置は、第1ビーム15aの照射位置に対し、当該ビーム走査方向に先行する位置および追従する位置となる。

【0054】上記の如く構成された光学系により、非晶質シリコン膜3を結晶化するための第1ビーム15aの照射と同時進行で当該第1ビーム15aのビーム照射位置に対してビーム走査方向に先行する位置及び追従する位置に第2ビーム15bが照射されることになる。

【0055】以下、第1ビーム15aのビーム照射位置に対してビーム走査方向に先行する位置に照射される第2ビーム15bには符号15b'を付し、追従する位置に照射される第2ビーム15bには符号15b''を付す。

【0056】上記の光学系によってビーム走査が行われることにより、図5に示しているように、非晶質シリコン膜3に対してビーム走査を一回行うだけで、この走査された部分の非晶質シリコン膜3において、第2ビーム15b'が照射された領域で脱ガス処理が行われ、この脱ガス処理された非晶質シリコン膜3'に第1ビーム15aが照射されることにより、膜荒れや膜剥離等を生じることなく半導体膜が熔融し、上記第1ビーム15aの照射位置に対してビーム走査方向に追従する位置に照射される第2ビーム15b''により結晶化速度が低下し或いは二次的に結晶が成長し、大粒径の多結晶シリコン膜3''が得られる。

【0057】そして、このように、非晶質シリコン膜3からガスを取り去る脱ガス処理、この脱ガス済された非晶質シリコン膜3'を結晶化させる処理、及び大粒径化処理が同時進行で行われるので、結晶化のプロセス時間が短縮化される。また、本実施例では、第1ビーム15aと第2ビーム15bを単一光源より得るため、ビーム照射装置は一つでよく、コスト低減が図れる。

【0058】なお、本発明の多結晶半導体膜の製造方法を実施するレーザ照射装置の光学系としては、上記の図

1に示したものに限らず、例えば、第2ビーム15bとなるべきビーム15の光路上に当該第2ビーム15bが脱ガス及び固化速度の低下或いは二次的結晶成長に適当なエネルギーを持つように所定透過率の透明体を配置するようにしてもよいものである。

【0059】（実施例5）本発明の他の実施例を図に基づいて説明する。

【0060】本実施例では、図6に示すように、結晶化のための連続発振レーザビームからなる第1ビーム151を照射する第1のビーム照射装置16と、加熱用のキセノン又はハロゲン光或いは連続発振レーザビーム等の第2ビーム152を照射する第2のビーム照射装置17と、第1ビーム151の光路に対応した位置に反射領域18aを有した光学手段18と、第2ビーム152を全反射させるミラー19とを備えた光学系を用いることにより、非晶質シリコン膜3に第1ビーム151を照射すると同時に当該第1ビーム151の照射位置に対してビーム走査方向に先行する位置に脱ガス用の第2ビーム152aを、追従する位置に固化速度低下用の第2ビーム152bをそれぞれ照射する。尚、ハロゲン光を加熱に用いる場合には、ハロゲンランプの出力を5~20W/cm²にすれば良い。

【0061】このように、第1ビーム151と第2ビーム152の出射源を異ならせる場合でも、実施例4と同様に、図7に示しているように、非晶質シリコン膜3からガスを取り去る脱ガス処理、当該脱ガス済の非晶質シリコン膜3'を熔融する処理、及びこの熔融している部分を加熱して結晶化速度を遅らせる処理を同時に行うことができ、結晶化のプロセス時間を短縮化することができる。

【0062】なお、第1のビームとしてエキシマレーザビームを用いるとともに、前記光学手段18として、エキシマレーザビームのみを反射させて第2ビームを透過させるミラーを用いてもよい。これによれば、第1のビーム照射位置と第2のビーム照射位置とが重複し、第2のビームによる加熱状態の中で第1のビームによる熔融・結晶化が起こるため、結晶化速度が遅くなり、結晶粒径が大きくなる。

【0063】また、以上の実施例では点状のビームを用いたが、例えば、2個一組の円柱レンズにより所定幅（被加工物の幅より幾分広い幅等）を有する線状ビームとし、この線状ビームを結晶化のための第1のエネルギービームおよび加熱のための第2のエネルギービームとして照射するようにしてもよい。これによれば、点状のパルスレーザビームを掃引する場合に比べて処理速度を格段に向上させることができる。また、このような構成では、ミラー等について走査方向と直行する方向に長く形成されたもの（上記の所定幅に相当）を用いればよい。

【0064】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、非晶質半導体膜を熔融・結晶化して多結晶半導体膜を得る処理において、その前処理である脱ガス処理、或いは結晶化に際して結晶粒径を大きくするための処理を同時進行で行うことができるので、プロセス時間を短縮化しつつ結晶品質の向上できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の多結晶半導体膜の製造方法（脱ガス同時進行）を実施するレーザ照射装置の光学系を例示した模式図である。

【図2】本発明の多結晶半導体膜の製造方法（脱ガス同時進行）を実施するレーザ照射装置の他の光学系を例示した模式図である。

【図3】本発明の多結晶半導体膜の製造方法の他の方法（大粒径化処理同時進行）を実施するレーザ照射装置の光学系を例示した模式図である。

【図4】図3に示した実施例でエネルギービーム照射後の時間経過と熔融深さとの関係を示したグラフである。

【図5】本発明の多結晶半導体膜の製造方法の他の方法（脱ガス及び大粒径化処理同時進行）を実施するレーザ照射装置の光学系を例示した模式図である。

【図6】本発明の多結晶半導体膜の製造方法の他の方法（脱ガス及び大粒径化処理同時進行）を実施するレーザ照射装置の他の光学系を例示した模式図である。

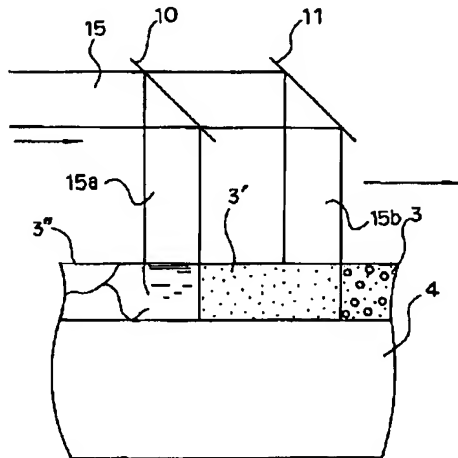
【図7】図6の基板部分の拡大断面図である。

【図8】同図の（a）及び（b）は従来の多結晶半導体膜の製造方法の工程を示す工程図である。

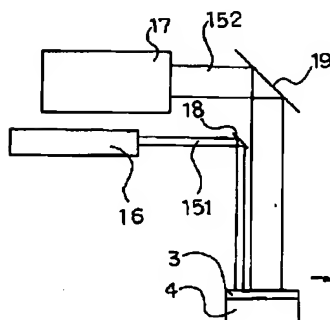
【符号の説明】

- 3 非晶質半導体膜（未脱ガス）
- 3' 非晶質半導体膜（脱ガス済）
- 3'' 多結晶半導体膜
- 10 ハーフミラー
- 11 全反射ミラー
- 15 エネルギービーム
- 15a 第1ビーム
- 15b 第2ビーム
- 16 第1のビーム照射装置
- 17 第2のビーム照射装置
- 18 全反射ミラー
- 19 全反射ミラー
- 151 第1ビーム
- 152 第2ビーム

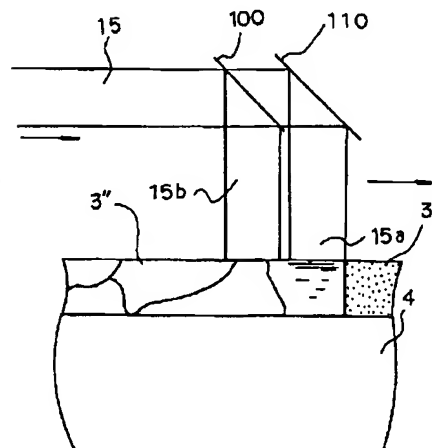
【図1】



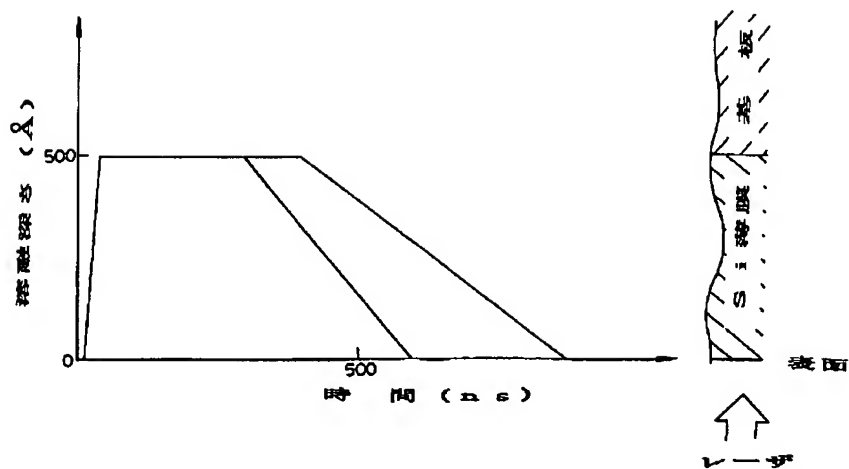
【図2】



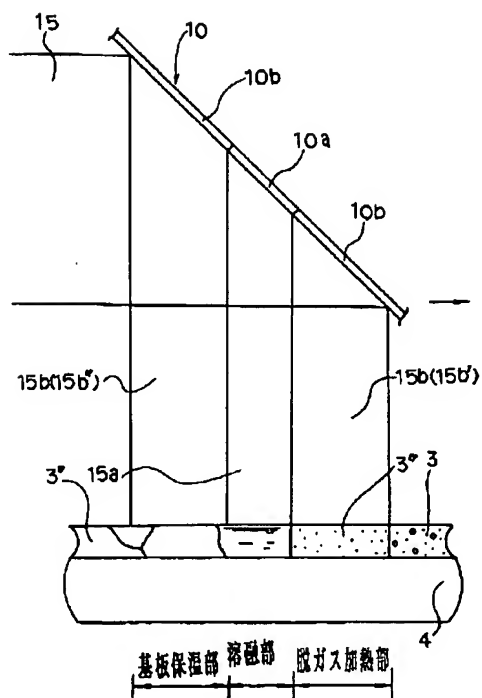
【図3】



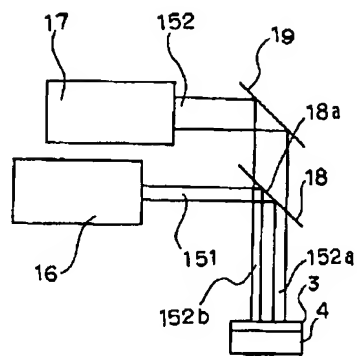
【図4】



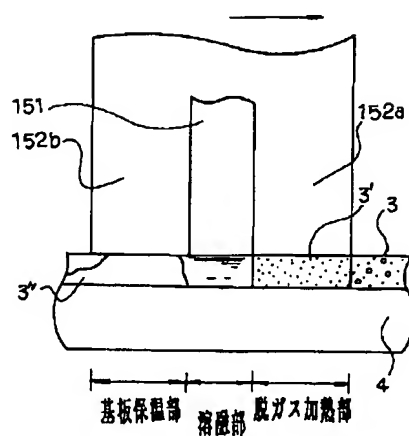
【図5】



【図6】

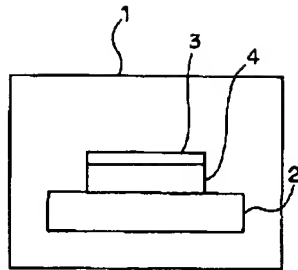


【図7】

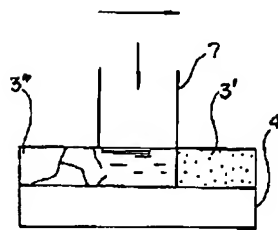


【図8】

(a)



(b)



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶
H 0 1 L 21/336

識別記号 庁内整理番号 F I

技術表示箇所